

## CFD – eine Schlüsseltechnologie für den Mittelstand?

### Alles fließt, nichts besteht –

Zum wiederholten Mal wird diese Einsicht des griechischen Philosophen Heraklit als Eingangszitat eines Artikels über Strömungen oder speziell Strömungssimulation (CFD) bemüht. Warum? Um einen Kontrapunkt zu dem zu setzen, was im F+E Bereich speziell in KMU's noch der Fall ist: Vieles ist traditionell, mehr sollte in neue Technologien fließen.

Natürlich widerspricht dies dem unmittelbaren Eindruck, wird doch in kaum einer modernen Entwicklungsabteilung, sei das Unternehmen noch so klein, noch mit Bleistift und Zeichenbrett gearbeitet. Konstruktionen werden mit modernen CAD Systemen entworfen, mit direkter Durchgängigkeit zur Produktion, mittels direkter Übernahme der Daten auf CNC-Maschinen oder ins Rapid Prototyping. Ist somit die eingangs provozierte These des Stillstands offensichtlich falsch? Nicht ganz.

### Des Pudels Kern

Nach der ersten digitalen Revolution im Produktionsprozess, der Automatisierung der Produktionsverfahren (CAM), der zweiten digitalen Revolution, der Durchdringung der Konstruktion mit CAD-Systemen, bleibt eine dritte - entscheidende - Revolution bislang aus: der Einsatz von Simulationen im Engineering. Simulation bedeutet: die potenziellen Produkte vorab, zwischen geistiger Idee und materieller Realisierung, auf ihre Funktionalität, ihre typischen Eigenschaften und ihr späteres Einsatzverhalten hin zu untersuchen. Diese gänzlich neue Qualität im Engineering wird allein durch Simulationen möglich. Dies ist das fehlende Glied in der digitalen Entwicklungskette (digital-mock-up, Fig. 1).

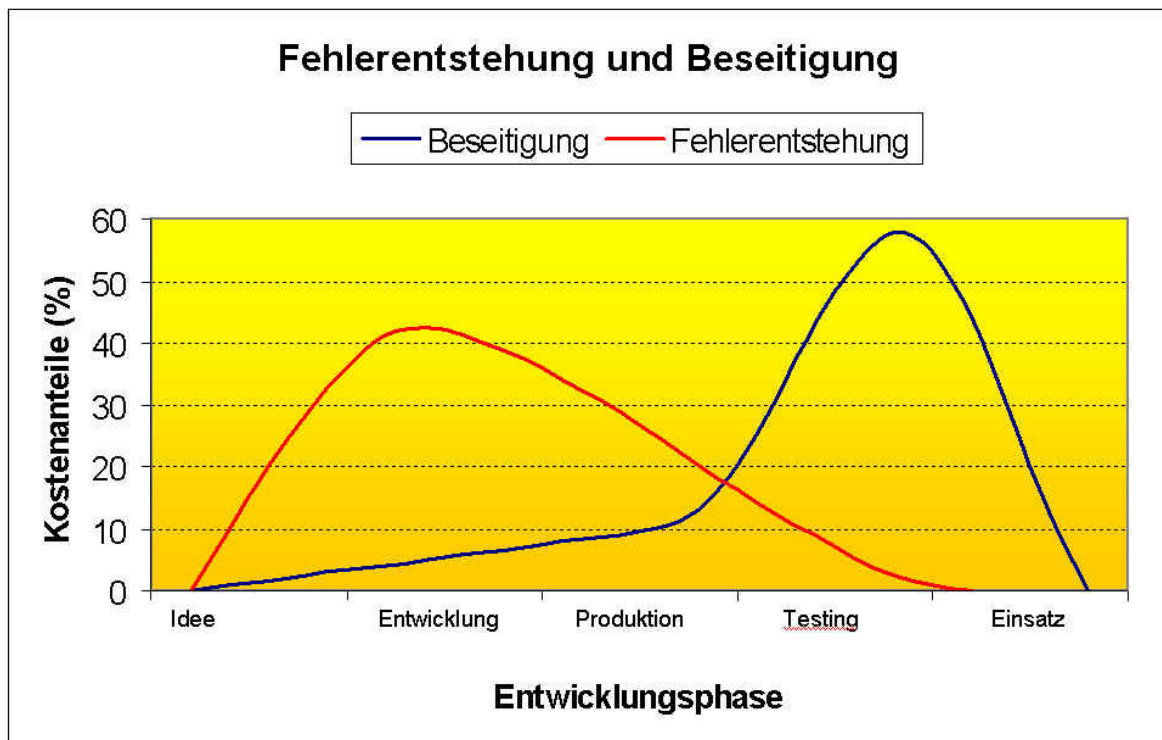


Fig. 1: Fehlerentstehung und Fehlerbeseitigung

Fast überall wird noch nach traditionellen Methoden verfahren: von der Idee zur konstruktiven Darstellung, von dort zum Produkt. Dies bedeutet Prototypenbau und Versuche. Bei diesem iterativen Trial-and-Error Verfahren lassen sich die tatsächlichen Produkteigenschaften aber erst spät, oftmals sogar erst nach der Markteinführung erkennen. Dies hat hohe Kosten zur Folge, denn Kosten die in der Designphase auflaufen

sind vergleichsweise gering mit Kosten die entstehen, wenn in einer späteren Projektphase nachgebessert oder das Produkt gar re-designed werden muss (Fig. 2). Aber damit nicht genug. Marktanalysen haben gezeigt, dass: die Ergebniseinbuße gerade mal 4% (!). Sind die Produktionskosten um 10% höher, verschlechtert sich dieses Ergebnis schon um ca. 20%. Eine Verzögerung in der Entwicklungszeit von nur 6 Monaten, das ist manchmal nur ein nicht erfolgreicher Prototyp, schlägt in einer Ergebniseinbuße von über 30% zu Buche! Simulationstechnologien sind das Mittel der Wahl, Produkteigenschaften vorab zu bestimmen und Fehlentwicklungen zu vermeiden. Das also ist des Pudels Kern: in der synergetischen Wirkung von Simulationen, nämlich durch die Ersetzung von ‚Guesswork‘ durch exakte Simulationserkenntnisse bei gleichzeitiger Erschießung eines enormen Kostenpotentials liegt die strategische Bedeutung der Computersimulation.

Würde man also an der richtigen Stelle der Entwicklung, in der digitalen Produktionskette in den Einsatz von Computersimulation investieren (eine solche Investition entspricht bei weitem nicht einem F+E-Budgetanteil von 50%), so ließe sich immer noch ein deutlicher Gewinnzuwachs erzielen. Es ist daher völlig unverständlich, dass eine solche ‚Gesamtkostenrechnung‘ bis heute nicht betrieben wird, und dass dieses enorme Kostenpotential bislang selbst akribischsten Controllern und Geschäftsverantwortlichen entgeht.

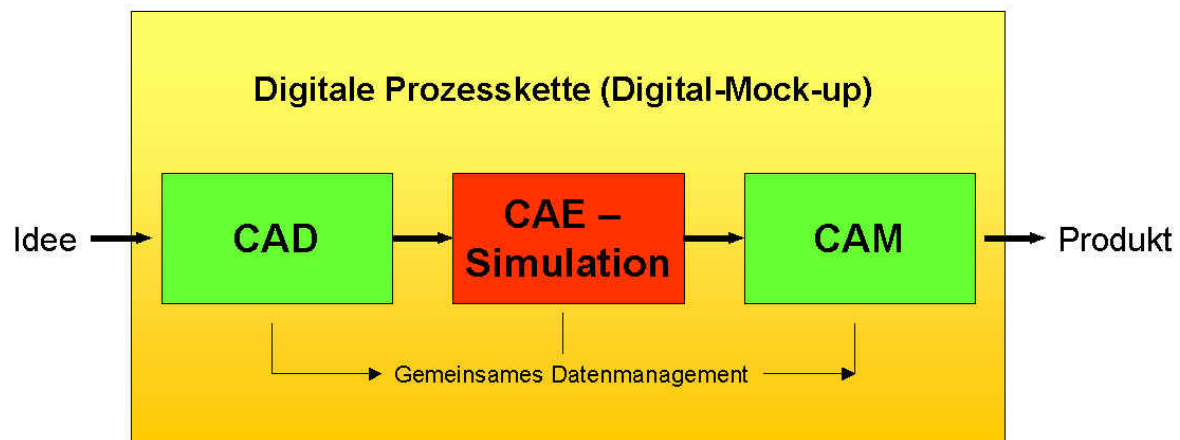
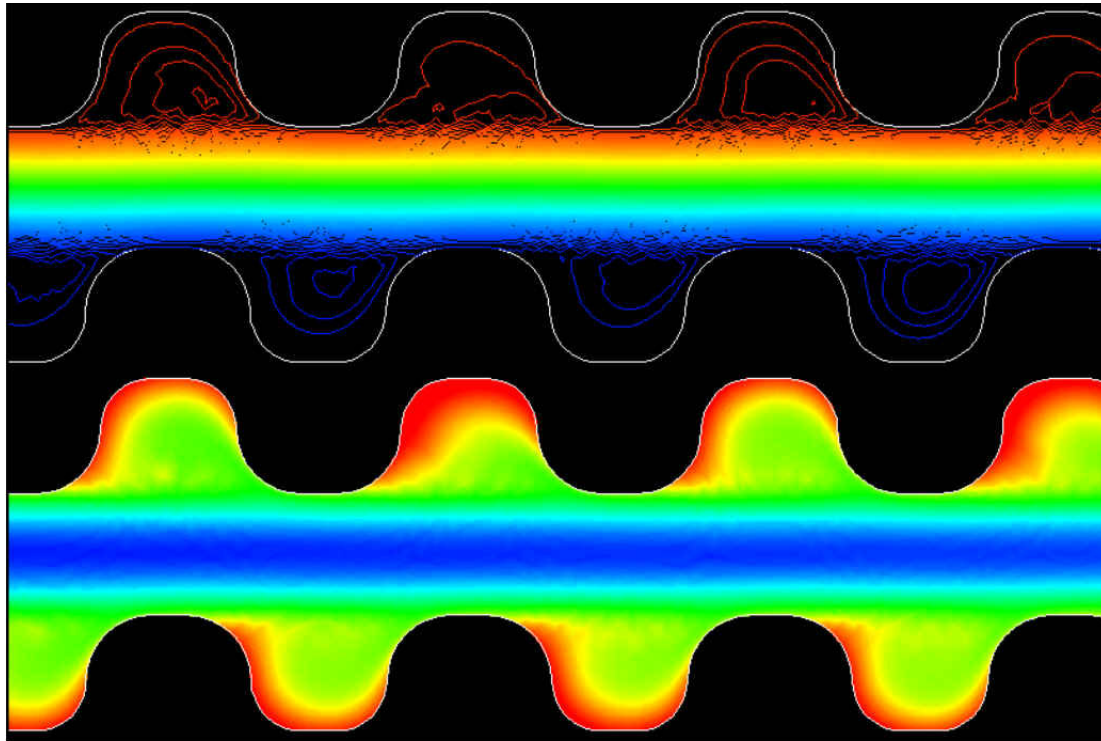


Fig. 2: Digitale Prozesskette

## Die Simulation von Strömungen

Gewinnen Simulationen eine solche strategische Bedeutung im Allgemeinen, so gilt dies für CFD im speziellen. Natürlich deshalb, da es kaum einen Bereich in der produzierenden Industrie gibt, indem nicht strömende Medien eine sehr wesentliche Rolle spielen. Dies ist augenfällig in Branchen, bei denen Strömungen eine explizite Bedeutung haben, z.B. bei Ventilen, Pumpen, Rohren, Ventilatoren, im Flugzeug-Automobil- und Schiffsbau, zunehmend auch in der Sicherheitstechnik und Klimatisierung von Bauwerken, seien es Tunnels, Hochhäuser oder Verkehrsterminals. Strömungen sind nicht minder relevant wo ihre Wirkung implizit ist und erst im Zuge der Produktoptimierung erkannt wird. Beispiele hierfür sind: die Konvektion in Solarzellen, die Wärmeverteilung um eine Röntgenröhre, die Partikelverteilung in Entkeimungsgeräten oder die Detailoptimierung von Oberflächen in Wärmetauschern (Fig. 3).

Und die Entwicklung von CFD ist rasant. Konnte man vor ca. 15 Jahren gerade daran denken, einzelne industrierelevante Fragestellung mittels CFD zu lösen, so decken heute, nicht zuletzt auch auf Grund der Leistungsexplosion der Computerhardware, die meisten CFD Programme schon eine Vielzahl von physikalischen Phänomenen, z. B. Temperaturkopplung und Materietransport, chem. Reaktionen, Phasenübergänge, freie Oberflächen etc. sehr verlässlich ab. Zusätzlich gibt es Nischenprogramme für spezielle Anwendungsgebiete, wie für das Beschichten von Oberflächen oder im Bereich hochpolymerer Kunststoffe. Und die Softwareindustrie schläft nicht. Es wird intensiv an der Verbesserung von Turbulenzmodellen, der Modellierung von Mehrphasenströmungen und Verbrennung entwickelt. Unter dem Schlagwort Multiphysics Modeling wird an einer Kopplung von CFD an andere Disziplinen wie Strukturmechanik, Elektromagnetik oder Akustik gearbeitet. Letzteres geschieht entweder durch Einbettung entsprechender Module in die jeweiligen CFD Codes selbst, oder durch die Schaffung von Schnittstellen zu



Stromlinien und Temperaturverteilung in einem Wärmetauscher  
 Fig. 3: Geometrie eines Wärmetauschers

Joma-Polytec GmbH

Programmen, die in den jeweiligen Disziplinen bereits erfolgreich am Markt sind. Somit wird die aktuelle Entwicklung den Anwendungshorizont für CFD-Simulationen nochmals erweitern. Sicherlich gibt es noch bottlenecks, welche die Tauglichkeit gerade im Hinblick auf den Mittelstand beeinträchtigen. Als solcher sei die Schnittstelle zu industrietypischen CAD-Systemen genannt. Fast alle auf dem Markt erhältlichen CFD Codes haben schon solche Schnittstellen, allerdings arbeiten sie nicht in allen Fällen immer betriebssicher. Dort gibt es noch etwas Handlungsbedarf.

### Einsatz von CFD im mittelständischen Unternehmen

Gerade diese Schnittstelle zu anderen Programmen und CAD-Systemen ist ein wesentliches Kriterium für den Einsatz von CFD im Mittelstand. Dort findet man in aller Regel eine sehr heterogene IT-Umgebung vor, oftmals sind verschiedene CAD-Systeme, gar verschiedene Programmversionen gleichzeitig im Einsatz. Die Schnittstellenfrage ist daher evident. Auch die ‚Multiphysics‘-Kopplung an andere Disziplinen wird eine wesentliche Rolle für die Schließung der digitalen Prozesskette sein. Gerade im Mittelstand, wo ein Unternehmen sich keine verschiedenen Fachabteilungen leisten kann, liegt eine Fragestellung fast immer multidisziplinär auf dem Tisch. Die Option zu haben, CFD Berechnungen an andere Simulationen anknüpfen zu können, wird daher zunehmend wichtig. Dies sind die technischen Randbedingungen des Einsatzes von CFD im Mittelstand. Die anderen sind die Kosten.

### Do it Yourself

Ob Mittelstand oder Großindustrie, es stellt sich immer die klassische Frage: make or buy. Um dies zu entscheiden, muss wirklich klar sein, dass CFD eine wissensbasierte Technologie ist, die sehr spezielles Know-how benötigt um erfolgreich zu sein. CFD-Simulationen bedürfen sowohl Ausbildung als auch Erfahrung in den Gebieten der Strömungsphysik, der Numerik, es bedarf der sehr guten Kenntnis der jeweiligen Software und ingenieurmäßiges Verständnis der zu simulierenden Fragestellung. All diese Anforderungen lassen sich nicht durch ein Black-Box Programm ersetzen, sei die Benutzeroberfläche noch so suggestiv. Dies heißt aber im Falle buy, dass neben der Lizenzierung einer speziellen Software auch der

substanzielle Aufbau von Methodenkenntnis notwendig ist und budgetiert werden muss. Die Kosten dafür lassen sich relativ leicht abschätzen.

Eine kommerzielle CFD-Softwarelizenz kostet ca. € 20000 pro Jahr. Hinzu kommen Anfangsinvestitionen von weiteren € 5000 für Schulungen und ca. € 5000 für Hardware und Peripherie. Dies ergibt Startkosten von € 30000. Addiert man Personalkosten bei entsprechender Qualifizierung und berücksichtigt, dass, selbst im nur sinnvollen full-time Engagement, die Produktivität in der Einarbeitungsphase nur bei ca. 30% liegt, so ist offensichtlich, dass buy nur Sinn macht, wenn CFD für das Unternehmen eine Flächentechnologie darstellt, Strömungen und deren Simulation also ein dauernder substanzieller Bestandteil der Kernkompetenz ist.

Ist dies nicht der Fall, was bei mittelständischen Unternehmen oft so sein wird, so bietet sich hier der Weg über externe Dienstleistungsunternehmen an. Dies sind zum einen die Software-Hersteller selbst, die Simulationen mit ihren eigenen Produkten anbieten, zum anderen gibt es Ingenieurbüros, die CFD-Berechnungen mit der nötigen Kompetenz und Erfahrung durchführen können. Der mittelständische Unternehmer hat hierbei gleich mehrere Vorteile: er kann, sofern es sich bei Strömungssimulationen für ihn nur um eine Stützstellentechnologie handelt, sie also nur partiell zur Absicherung der sonstigen Produktentwicklung gebraucht werden dann darauf zurückgreifen, wenn es nötig ist. Er muss nicht die intensiven Ressourcen vorhalten. Er kann hochkarätiges externes Know-how einsetzen und dabei auf einen vielfältigen Erfahrungsschatz bauen. Darüber hinaus bleibt die Kostenstruktur transparent.

### **Simulationen als unternehmerische Entscheidung**

Was also sind die Hemmnisse, dass der eingangs zitierte Kontrapunkt besteht? Es liegt nicht an den Technischen Voraussetzungen oder der Verfügbarkeit. Es ist eher ein mentales Problem: die Technologie ist neu, ist ungewohnt und sie wird bisherige Entwicklungsabläufe substanziell verändern. Sie bedarf speziellen know-hows und sie erzeugt auf den ersten Blick Kosten. Dass dies nicht nur eine optische sondern auch eine wirtschaftliche Täuschung ist, zeigen die Marktanalysen und die tägliche Erfahrung.

Dem Mittelstand kommt - gerade in der Globalisierung - eine zentrale Rolle für die wirtschaftliche Prosperität zu. Wettbewerbsvorteile hat man aber nur durch bessere und kostengünstig produzierte Produkte. Im Einsatz von Simulationen an der entscheidenden Stelle der Produktentwicklung liegt der Schlüssel. Es bedarf nur noch der Einsicht in die technischen und wirtschaftlichen Vorteile. Die strategische Einsicht eben.